

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2005-060533

(43)Date of publication of application : 10.03.2005

(51)Int.Cl.

C10K 1/00

C10B 53/00

C10B 53/02

C10L 3/10

(21)Application number : 2003-292568

(71)Applicant : CHUGAI RO CO LTD

(22)Date of filing : 12.08.2003

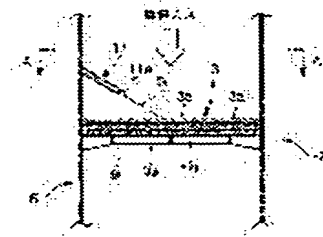
(72)Inventor : TANIGUCHI MIKI
SASAUCHI KENICHI

(54) DEVICE FOR MODIFYING FUEL GAS IN BIOMASS GASIFICATION SYSTEM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a device for modifying a fuel gas in a biomass gasification system, capable of removing a tar component contained in the fuel gas by a chemical treatment of thermal cracking, and securing a stable high elimination rate.

SOLUTION: A heat reservoir 3 formed into a porous shape through which the fuel gas is passed, and for storing heat of $\geq 1,100^{\circ}\text{C}$ by being heated is installed in a passage 2 of the fuel gas formed out of the biomass. The heat reservoir 3 is constituted by packing many spherical heat-storing materials 3a in a layered shape in a packing container 10 having through holes. The spherical heat-storing material 3a is formed out of a ceramic material.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-60533

(P2005-60533A)

(43) 公開日 平成17年3月10日(2005.3.10)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
C10K 1/00	C10K 1/00	4H012
C10B 53/00	C10B 53/00	4H060
C10B 53/02	C10B 53/02	
C10L 3/10	C10L 3/00	B

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2003-292568 (P2003-292568)	(71) 出願人	000211123
(22) 出願日	平成15年8月12日 (2003.8.12)		中外炉工業株式会社
(出願人による申告) 平成14年度、新エネルギー・産業技術総合開発機構、バイオマス等未活性エネルギー実証試験事業委託研究、産業活力再生特別措置法第30条の適用を受けるもの		(74) 代理人	100094042
			弁理士 鈴木 知
		(72) 発明者	谷口 英希
			大阪府大阪市西区京町堀2丁目4番7号
			中外炉工業株式会社内
		(72) 発明者	笹内 謙一
			大阪府大阪市西区京町堀2丁目4番7号
			中外炉工業株式会社内
		Fターム(参考)	4H012 JA00
			4H060 AA02 BB03 BB25 CC03 DD23
			FF01 GG01 GG02

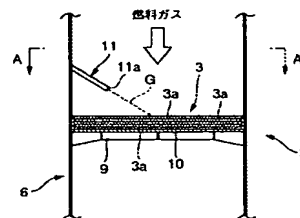
(54) 【発明の名称】 バイオマスガス化システムの燃料ガス改質装置

(57) 【要約】

【課題】 熱分解という化学的処理によって燃料ガス中に含まれるタール分を除去するようにするとともに、安定した高い除去率を保証することができるバイオマスガス化システムの燃料ガス改質装置を提供する。

【解決手段】 バイオマスから生成される燃料ガスの流通経路2に、燃料ガスを流通させる多孔状に形成され、かつ加熱されて1100℃以上の熱を蓄熱する蓄熱体3を設けた。蓄熱体3は、通孔を有する充填容器10に多数の球状蓄熱材3aを層状に充填して構成されている。球状蓄熱材3aはセラミック材料で形成されている。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

バイオマスから生成される燃料ガスの流通経路に、該燃料ガスを流通させる多孔状に形成され、かつ加熱されて1100℃以上の熱を蓄熱する蓄熱体を設けたことを特徴とするバイオマスガス化システムの燃料ガス改質装置。

【請求項 2】

前記蓄熱体は、通孔を有する充填容器に多数の球状蓄熱材を層状に充填して構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載のバイオマスガス化システムの燃料ガス改質装置。

【請求項 3】

前記球状蓄熱材がセラミック材料で形成されていることを特徴とする請求項 2 に記載のバイオマスガス化システムの燃料ガス改質装置。 10

【請求項 4】

前記蓄熱体はハニカム構造であることを特徴とする請求項 1 に記載のバイオマスガス化システムの燃料ガス改質装置。

【請求項 5】

前記蓄熱体を加熱する加熱手段が設けられ、該加熱手段が前記燃料ガスと酸化反応する気体を供給する気体供給手段であることを特徴とする請求項 1 ～ 4 いずれかの項に記載のバイオマスガス化システムの燃料ガス改質装置。

【請求項 6】

前記気体は純酸素であることを特徴とする請求項 5 に記載のバイオマスガス化システムの燃料ガス改質装置。 20

【請求項 7】

前記気体は空気であることを特徴とする請求項 5 に記載のバイオマスガス化システムの燃料ガス改質装置。

【請求項 8】

前記蓄熱体を加熱する加熱手段が設けられ、該加熱手段がバーナであることを特徴とする請求項 1 ～ 4 いずれかの項に記載のバイオマスガス化システムの燃料ガス改質装置。

【請求項 9】

前記バーナには、燃料として前記燃料ガスが供給されることを特徴とする請求項 8 に記載のバイオマスガス化システムの燃料ガス改質装置。 30

【請求項 10】

前記蓄熱体よりも前記燃料ガスの流れ方向下流側に、燃料ガス温度を検出する温度センサを設けたことを特徴とする請求項 1 ～ 9 いずれかの項に記載のバイオマスガス化システムの燃料ガス改質装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、熱分解という化学的処理によって燃料ガス中に含まれるタール分を除去するようにするとともに、安定した高い除去率を保証することができるバイオマスガス化システムの燃料ガス改質装置に関する。 40

【背景技術】**【0002】**

従来、木材チップや鶏糞等の生物由来のバイオマスを加熱してガス化するバイオマスガス化システムが知られており、そしてこのシステムで生成された燃料ガスを燃料として発電を行うバイオマスガス化発電システムなどが開発されるに至っている。

【0003】

このバイオマスガス化発電システムでは、ガス化炉において原料のバイオマスを無酸素下で600～800℃の高温に加熱して熱分解させると、原料バイオマスの揮発分が200～500℃でガス化されることとなり、このガス化された燃料ガスを、後段のガスタービン発電やガスエンジン発電、燃料電池などの種々の発電用設備に供給して利用するよう 50

になっている。本願出願人は関連する出願として、特願 2003-155658 を出願している。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、バイオマスから生成される燃料ガスの成分は、処理温度や滞留時間、材料の水分等、ガス化条件により異なるが、主に水素、一酸化炭素、炭化水素などである。またこの燃料ガス中の炭化水素は、 CH_4 や C_2H_6 などが主成分であるが、 C_5H_{12} 以上の C_nH_m 、いわゆる高分子化合物である高級炭化水素類も含まれている。高級炭化水素類は約 500℃以上の高温中ではガス状で存在しているが、低温になると析出し、タールと呼ばれる液状物質となる。

10

【0005】

後段の発電用設備での燃料ガスの利用形態にもよるが、ガスエンジン発電や燃料電池などでは燃料ガスを常温で使用することが前提となっており、燃料ガスの温度を一旦常温まで下げる必要がある。この際、燃料ガス中のタール分が析出し、配管中などに付着して閉塞を起こしたり、あるいは、例えばガスエンジン発電の場合には、タール分が点火プラグに付着して着火不良が発生したり、また給・排気バルブに付着して動作不良が発生するなどの、不具合の原因となるおそれがあるという課題があった。また一般に、ガスエンジン発電の場合、その安定した動作を保証するには、タール分の存在が 10 mg/m^3 以下であることが好ましいとされている。

20

【0006】

本発明者による実験結果によれば、例えば木材チップを原料バイオマスとして使用し、ガス化温度を700℃に設定した場合では、常温で燃料ガスの生成量に対し重量比で約1%のタール分が析出し、これは容積比で計算すると約5000～7000 mg/m^3 であり、ガスエンジン発電の安定的な運転を保証できる量を遙かに上回っている。またこの量は、生成される燃料ガスの全量からすれば微量ではあるが、燃料ガスは連続的に生成されることから、燃料ガス中にタール分が含まれているということは結局、配管や発電用設備に徐々にタール分が蓄積していき、最終的には発電システムに重大なトラブルを発生させるおそれがあった。

【0007】

30

タール分の除去に関しては、ガス化炉からの燃料ガスが発電用設備に達するまでの間に、フィルターや水洗スクラバーなどの物理的手段を用いて除去することが考えられるが、この場合にはフィルターなどに対するメンテナンス作業が必須となり、システムの保全作業が煩雑になってしまうという問題があった。

【0008】

本発明は上記従来の課題に鑑みて創案されたものであって、熱分解という化学的処理によって燃料ガス中に含まれるタール分を除去するとともに、安定した高い除去率を保証することができるバイオマスガス化システムの燃料ガス改質装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

40

【0009】

本発明にかかるバイオマスガス化システムの燃料ガス改質装置は、バイオマスから生成される燃料ガスの流通経路に、該燃料ガスを流通させる多孔状に形成され、かつ加熱されて1100℃以上の熱を蓄熱する蓄熱体を設けたことを特徴とする。

【0010】

また、前記蓄熱体は、通孔を有する充填容器に多数の球状蓄熱材を層状に充填して構成されていることを特徴とする。

【0011】

さらに、前記球状蓄熱材がセラミック材料で形成されていることを特徴とする。

【0012】

50

また、前記蓄熱体はハニカム構造であることを特徴とする。

【0013】

他方、前記蓄熱体を加熱する加熱手段が設けられ、該加熱手段が前記燃料ガスと酸化反応する気体を供給する気体供給手段であることを特徴とする。

【0014】

また、前記気体は純酸素であることを特徴とする。

【0015】

さらに、前記気体は空気であることを特徴とする。

【0016】

また、前記蓄熱体を加熱する加熱手段が設けられ、該加熱手段がバーナであることを特徴とする。

【0017】

また、前記バーナには、燃料として前記燃料ガスが供給されることを特徴とする。

【0018】

さらに、前記蓄熱体よりも前記燃料ガスの流れ方向下流側に、燃料ガス温度を検出する温度センサを設けたことを特徴とする。

【発明の効果】

【0019】

本発明にかかるバイオマスガス化システムの燃料ガス改質装置にあっては、熱分解という化学的処理によって燃料ガス中に含まれるタール分を除去するようにするとともに、安定した高い除去率を保証することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0020】

以下に、本発明にかかるバイオマスガス化システムの燃料ガス改質装置の好適な一実施形態を、添付図面を参照して詳細に説明する。第1実施形態にかかるバイオマスガス化システムの燃料ガス改質装置は基本的には、図1から図3に示すように、ガス化炉1でバイオマスから生成された燃料ガスの流通経路2に、燃料ガスを流通させる多孔状に形成され、かつ加熱されて1100℃以上の熱を蓄熱する蓄熱体3を設けて構成される。図示例にあっては、バイオマスガス化発電システム4に適用した場合が示されていて、蓄熱体3を経過した燃料ガスは、ガスタービンやガスエンジン、燃料電池などの発電用設備5に供給されて発電に利用されるようになっている。

【0021】

ガス化炉1と発電用設備5との間には、ほぼ中空円筒体状に形成され、1000℃以上の超高温に耐えられる炉構造で構成された改質塔6が設けられ、流通経路2は、この改質塔6内部と、改質塔6内部とガス化炉1とを接続してタール分を含む燃料ガスが流通される上流側配管7と、改質塔6内部と発電用設備5とを接続してタール分が除去された燃料ガスが流通される下流側配管8とから構成されて、燃料ガスは改質塔6を介してガス化炉1から発電用設備5へと流通されるようになっている。

【0022】

蓄熱体3は、改質塔6内部に、上流側配管7と下流側配管8との間に位置させて設けられる。具体的には改質塔6内には、支持梁9で支持されて、燃料ガスの流通方向に対してこれを遮るように蓄熱体3が設けられる。蓄熱体3は、多数の孔を有するブロック体であってもよいが、図示例にあっては、燃料ガスの流通が可能な通孔を有するメッシュ形態の充填容器10が支持梁9に固定して設けられ、蓄熱体3は、この充填容器10内に多数の塊状の蓄熱材3aを層状に充填することで多孔状に構成される。

【0023】

蓄熱材3aとしては、球状形態が好ましく、また素材としては蓄熱性に優れたセラミック材を用いることが好ましいが、これに限定されることはなく、燃料ガスの流通を保証できて、1100℃以上の温度の熱を蓄熱できるものであればよい。具体的には例えば、12mm径の球状のセラミック材を厚み40mmで充填することで層状の蓄熱体3を構成するこ

10

20

30

40

50

とができる。

【0024】

蓄熱体3については、これをいわゆるハニカム構造で構成してもよく、この場合には、燃料ガスをその内部に流通させるために、多数の通孔を有するハニカムがその流れ方向に沿って配置される。

【0025】

他方、改質塔6には本実施形態にあっては、蓄熱体3を加熱するために、燃料ガスと酸化反応を起こす気体Gを供給する気体供給手段が設けられる。この気体供給手段は図示例にあっては、複数のガス噴出ノズル11で構成され、これらガス噴出ノズル11は、蓄熱体3よりも燃料ガスの流れ方向上流側の改質塔6の内周面にその周方向に沿って適宜間隔、好ましくは等間隔で、かつ蓄熱体3の表面に対して同じ距離を隔てて配置され、特にその噴出端11aは、これより吹き出される気体Gを蓄熱体3の表面に均等に当てるために、改質塔6内で旋回しつつ蓄熱体3の表面に向かっていくトルネード流となるよう、改質塔6の周方向であってかつ蓄熱体3に向けられる。

【0026】

これらガス噴出ノズル11からは、純酸素もしくは空気が噴出され、これら純酸素等は蓄熱体3内でその内部に流通する燃料ガスと酸化反応を起こし、これにより発生し得る熱で各蓄熱材3a、ひいては蓄熱体3全体を均一に加熱し、かつ蓄熱体3全体がその熱を蓄えて1100℃以上の温度に維持されるようになっている。詳細には、改質塔6に導入されるバイオマス由来の燃料ガスは、 H_2 やCOを主成分とするもので、改質塔6への流入直後では約600℃以上の温度があり、これに純酸素等を混合することで酸化反応による燃焼作用を起こさせることができる。

【0027】

そして本実施形態では、多数の蓄熱材3aを層状に充填することで多孔状の蓄熱体3が形成され、これにより燃料ガスは当該蓄熱体3に達すると、この蓄熱体3に対しその全体に亘って枝分かれするようにして流れ込む一方で、蓄熱体3を形成する蓄熱材3aは個々に1100℃以上にまで加熱されてその熱を蓄熱し、これにより燃料ガスはその全体が蓄熱体3内で1100℃以上の各蓄熱材3aと均一に接触し得、この結果、蓄熱体3を通過した燃料ガスが全体として満遍なく1100℃以上に加熱されるようになっている。

【0028】

また、蓄熱体3よりも燃料ガスの流れ方向下流側には、改質炉6内に取り付けて燃料ガス温度を検出する熱電対などの温度センサ（図示せず）が設けられ、これにより蓄熱体3を経過した燃料ガスが1100℃以上に加熱されているか否かが検出されるようになっている。そしてこの温度センサの検出値に基づいて、ガス噴出ノズル11からの気体噴射量を調節することができ、これにより蓄熱体3による燃料ガスの加熱温度を1100℃以上に確実にコントロールすることができる。

【0029】

図4および図5には、第2実施形態が示されていて、この実施形態ではガス噴出ノズル11に代えて、これと同様な取り付け配置で設けられたバーナ12によって蓄熱体3が加熱されるようになっている。バーナ12の場合には、燃料と空気が供給されて火炎Fを発生し、この火炎Fで蓄熱体3を加熱するようになっている。バーナ12に供給する燃料としては、燃料ガスの一部をこれに導いて利用するようにしても、別途燃料を供給するようにしてもよい。

【0030】

以上説明した本実施形態にかかるバイオマスガス化発電システムの燃料ガス改質装置の作用について説明する。特に本実施形態にあっては、タール分が約1100℃の高温に晒されると熱分解される点に着目し、タール分を含む燃料ガスをできるだけ均一に1100℃の高温まで昇温させてタール分を熱分解させ、これにより発電用設備5に達した燃料ガスの温度を常温まで下げても、タール分が析出することのないようになっている。

【0031】

10

20

30

40

50

燃料ガスの温度を上昇させるには、単純には、燃料ガスを加熱すればよい。しかしながら、タール分は燃料ガス中に全体的に分布していると考えられるから、燃料ガスを均一に加熱できることが重要であり、加熱される燃料ガスに1100℃に達しない部分が少しでもあると、その部分のタール分を熱分解させることができず、結果としてタール分の除去率が低下してしまう。

【0032】

他方、装置として例えば、1500℃程度の超高温を発生できるようにすれば、装置を通過する燃料ガスは高い確率で、それよりも温度の低い1100℃程度には加熱されると考えられ、タール分の除去効率を向上できると見込まれるが、この場合には超高温に耐えられるようにするために炉構造が複雑化し、またそのような超高温を得るために相当のエネルギー消費が見込まれるという不都合がある。

10

【0033】

これに対し、本実施形態にあつては、改質塔6内に蓄熱材3aを充填して構成した多孔状の蓄熱体3を設けるとともに、当該蓄熱体3を加熱してこれに1100℃以上の熱を蓄熱させるようにし、そしてタール分を含む燃料ガスをこの蓄熱体3に通過させて当該燃料ガス全量を蓄熱体3と接触させるようにしているので、全燃料ガスを1100℃以上に加熱することができて、これに含まれるタール分をほぼ完全に熱分解させて除去することができるようになっている。

【0034】

第1実施形態に関する本発明者による実験結果によれば、700℃でバイオマスを燃料ガス化させて得た1.5m³N/hの燃料ガスに0.18m³N/hの純酸素を改質塔6に供給すると、蓄熱体3を通過した後の燃料ガス温度を1100℃に保つことができた。

20

【0035】

この場合、酸化反応により燃料ガス中の可燃分が消費されるため、燃料ガスは、蓄熱体3を通す前の湿ベースで約2800kcal/m³Nの低位発熱量をもっていたものが、蓄熱体3を経過させると約2300kcal/m³Nに若干低下するが、これによりタール分を熱分解して除去した燃料ガスを発電用設備5へと送ることができ、発電用設備5におけるトラブルの発生を防止できるとともに、またフィルターを設置した場合などに必要とされる煩雑な保全作業を不要とすることができる。

【0036】

また第1実施形態では、上述したように供給する気体としては、純酸素を使用し、燃料ガスの酸化反応熱を利用してそれ自体の温度を1100℃まで上昇させるようにしても、また純酸素ではなく、空気を吹き込むようにしてもよい。しかしながら、空気の場合は、その大部分を占める窒素が燃料ガス中に混入することとなり、最終的に利用される燃料ガスの単位ガス量当たりの発熱量が、混入した窒素量に応じて低下してしまう。例えば、ガスエンジンで燃料ガスを燃焼させる場合に、高効率で発電を行うためにはもちろん、単位ガス量当たりの発熱量が大きいことが望ましい。

30

【0037】

他方、燃料ガスの利用において、単位ガス量当たりの発熱量が問題とならない場合には、燃料ガスが有する総エネルギー量自体には変化はないから、空気の吹き込みによって燃料ガスを燃焼させて当該燃料ガス温度を上昇させるようにしても良い。

40

【0038】

第2実施形態のように蓄熱体3を加熱するのに、純酸素等を供給するのではなく、当該燃料ガスもしくは他の燃料で燃焼動作されるバーナ12を使用する場合については、バーナ12への燃料ガス等の供給量とエアの供給量の制御が必要となるため、純酸素のみを供給する場合と比較して、制御が若干複雑化する一方で、燃料ガス温度で酸化反応を起こさせる酸素利用の場合と比べて、独自の燃焼作用によって蓄熱体3を加熱するものであるから、改質塔6に供給される燃料ガスの最低温度に制約がないという意味で、ガス化炉1で生成される燃料ガスの温度条件を緩和することができる利点がある。

【0039】

50

本実施形態にかかるバイオマスガス化システムの燃料ガス改質装置にあつては、その除去は難しいタールを、フィルターなどの物理手段によって除去するのではなく、多孔状であつて、1100℃以上の熱を蓄熱する蓄熱体3を備えて化学的に処理するようにして、燃料ガスを満遍なく均一に1100℃以上に加熱することができ、これによる熱分解によってタール分をほぼ完全除去することができる。従つて、タールの析出に伴う発電用設備5のメンテナンスを不要にすることができる。また、タール分も熱分解により低級炭化水素類に分解することができて、エネルギーとしても利用することができる。

【0040】

表1には、実験結果が示されている。条件1～4いずれにあつても、実験用に用いた円筒形のマッフル炉（以下、改質炉という）の炉内温度（処理温度）を1100℃に保ち、このマッフル炉内に、木材チップを700℃でガス化した燃料ガスを流通させた場合における、改質炉入口（表中、入口という）と改質炉出口（表中、出口という）でのタール量の比較を示している。燃料ガスの改質炉内の滞留時間は約10秒とした。

10

【0041】

条件1は、蓄熱体を設置せず、しかも酸素を吹き込まない場合で、タール量は40%しか減少していない。これはすべての燃料ガスが1100℃にならず、改質炉内で熱分解し得なかったタール分が相当量あることを意味している。

【0042】

条件2は、蓄熱体は設置しない一方で、酸素を改質炉内に吹き込んだ場合で、改質炉内ではある程度の燃焼作用が起こり、また改質炉内の輻射熱で1100℃近辺までは加熱されるため、約90%のタール分が除去されている。

20

【0043】

条件3は、改質炉内に上記実施形態相当の蓄熱体を設けるとともに、酸素を蓄熱体に向かってではなく、その手前に空気を吹き込んだ場合の結果である。酸素と燃料ガスとの発熱反応が起こり、さらに改質炉内の輻射熱によって蓄熱体が加熱され、これを燃料ガスが通過することにより、約95%のタール分を除去することができる。

【0044】

条件4は、蓄熱体に向けて酸素を吹き付けた場合である。この場合、改質炉の炉内温度は他と同様に1100℃であるが、蓄熱体を経過した直後の燃料ガス温度は1120℃まで上昇していて、タールの除去率は実に99.7%となっている。

30

【0045】

また、上記実験とは別に、改質炉の炉内温度を700度まで下げたが、上記実施形態相当の蓄熱体を通過した燃料ガスの温度や除去率に変化はなかった。以上のことから、本実施形態にあつては、バイオマス由来の燃料ガス中のタール分をほぼ完全に除去できることが理解される。

【0046】

【表 1】

試験結果一覧

	改 質 炉 条 件			タール量		除去率(%)
	処理温度(℃)	酸 素 付 加	蓄熱体	入口(mg/m ³ N)	出口(mg/m ³ N)	
条件1	1100	なし	なし	5,151	3,091	40
条件2	1100	あり(炉内吹き込み)	なし	5,242	524	90
条件3	1100	あり(炉内吹き込み)	あり	5,407	270	95
条件4	1100	あり(蓄熱体吹き付け)	あり	5,246	16	99.7

10

【図面の簡単な説明】

【0047】

【図1】本発明にかかるバイオマスガス化システムの燃料ガス改質装置が適用されたバイオマスガス化発電システムの概要を示す構成図である。

20

【図2】本発明にかかるバイオマスガス化システムの燃料ガス改質装置の好適な一実施形態を示す改質塔の側断面図である。

【図3】図2中、A-A線矢視断面図である。

【図4】本発明にかかるバイオマスガス化システムの燃料ガス改質装置の他の実施形態を示す改質塔の側断面図である。

【図5】図4中、B-B線矢視断面図である。

【符号の説明】

【0048】

2 流通経路

3 蓄熱体

3a 蓄熱材

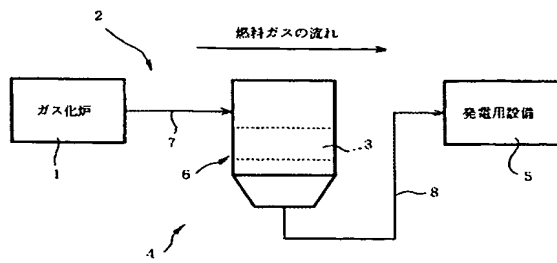
10 充填容器

11 ガス噴出ノズル

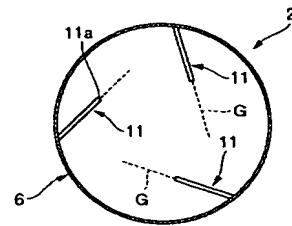
12 バーナ

30

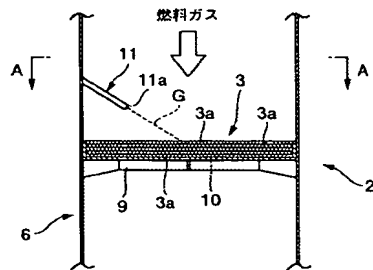
【図 1】



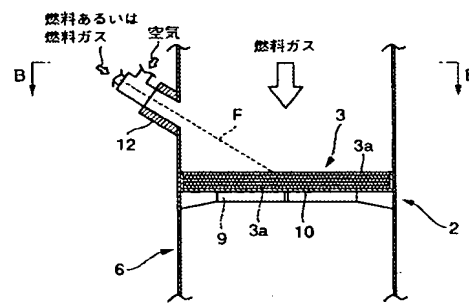
【図 3】



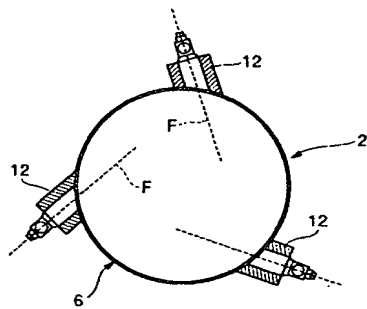
【図 2】



【図 4】



【図 5】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.